

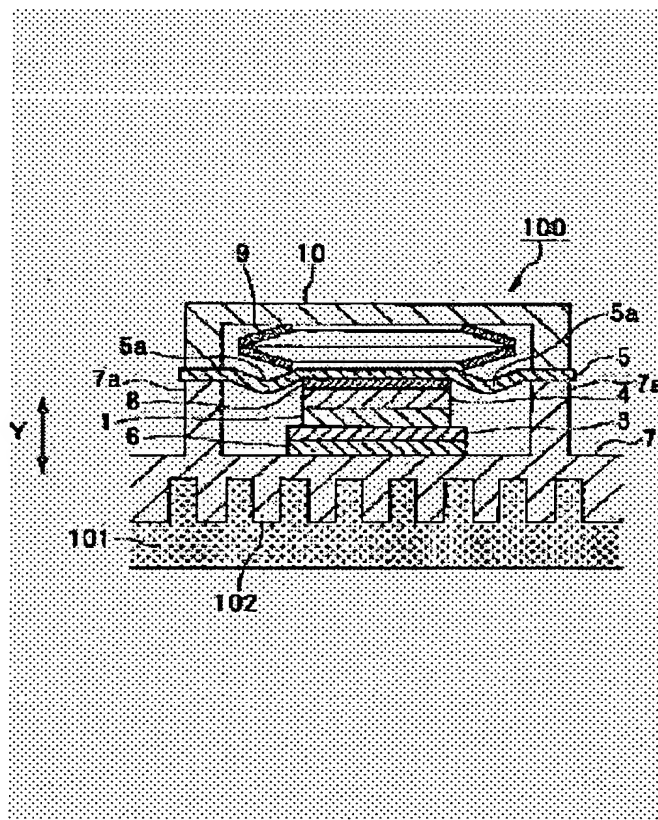
**SEMICONDUCTOR DEVICE**

**Patent number:** JP2001267481  
**Publication date:** 2001-09-28  
**Inventor:** SHIOZAWA MASAHIRO; YOSHIDA TAKAHIKO;  
HASHIKAWA ATSUSHI; HIRAI YASUYOSHI; NOMURA  
KAZUHITO  
**Applicant:** NIPPON SOKEN INC.;; DENSO CORP  
**Classification:**  
- international: H01L23/40; F25D1/00; H01L21/52  
- european:  
**Application number:** JP20000077829 20000315  
**Priority number(s):**

**Abstract of JP2001267481**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To assure a good thermal contact between a semiconductor element and a cooling member, related to a semiconductor device comprising a cooling mechanism for cooling a semiconductor element, even if deformation takes place due to thermal expansion.

**SOLUTION:** Semiconductor element 1 and 2 are sandwiched between first and second electrode plates 3 and 4, and the first electrode plate 3 contacts a cooling member 7 through an insulating plate 6 while the second electrode plate 4 contacts a heat-transfer 5 comprising a flexible copper and the like. These laminated bodies are in press-contact state with a case 10 and the cooling member 7 screwed together through a disc spring 9 from above the heat-transfer member 5. Here, a part of the heat-transfer member 5 contacts a protruding part 7a formed at the cooling member 7, with the semiconductor elements 1 and 2 allowed for heat dissipation from both surfaces.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USP 10)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-267481

(P 2001-267481A)

(43)公開日 平成13年9月28日(2001.9.28)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
H01L 23/40		H01L 23/40	D 3L044
F25D 1/00		F25D 1/00	B 5F036
H01L 21/52		H01L 21/52	J 5F047

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-77829(P 2000-77829)

(22)出願日 平成12年3月15日(2000.3.15)

(71)出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 塩澤 方浩

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会

社日本自動車部品総合研究所内

(74)代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二 (外 2 名)

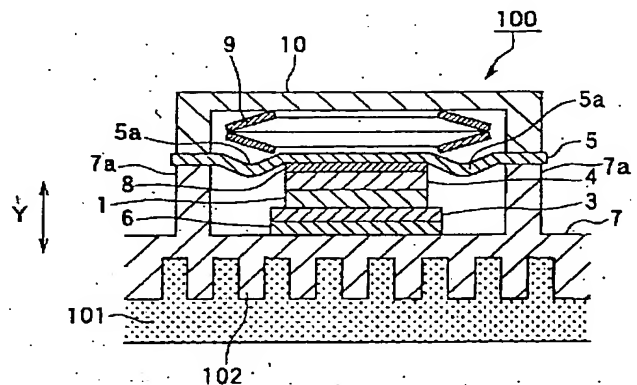
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置

(57)【要約】

【課題】 半導体素子を冷却する冷却機構を備えた半導体装置において、熱膨張による変形が発生しても、半導体素子と冷却部材との良好な熱的接触を確保できるようにする。

【解決手段】 半導体素子1、2は、第1の電極板3と第2の電極板4により挟まれ、第1の電極板3は絶縁板6を介して冷却部材7に接しており、第2の電極板4は可とう性を有する銅等よりなる伝熱部材5に接している。これらの積層体は、伝熱部材5の上方から皿パネ9を介してケース10と冷却部材7とをねじ締めすることにより、圧接状態となっている。ここで、伝熱部材5の一部は冷却部材7に形成された突起部7aと接しており、半導体素子1、2は両面から放熱可能となっている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体素子(1、2)と、

この半導体素子の一面側に設置された冷却部材(7)

と、

前記半導体素子の他面側に設置された可とう性及び熱伝

導性を有する材料よりなる伝熱部材(5)とを備え、

前記伝熱部材の一部が、前記半導体素子の外部にて前記

冷却部材に接しており、

前記伝熱部材及び前記冷却部材により、前記半導体素子

の前記一面及び前記他面から放熱可能となっていること

を特徴とする半導体装置。

【請求項2】 半導体素子(1、2)と、

この半導体素子の一面側に設置された冷却部材(7)

と、

前記半導体素子の他面側に設置され、その一部が他の部

位よりもたわみやすい可とう部(5a)を有する熱伝導

性の伝熱部材(5)とを備え、

前記伝熱部材の一部が、前記半導体素子の外部にて前記

冷却部材に接しており、

前記伝熱部材及び前記冷却部材により、前記半導体素子

の前記一面及び前記他面から放熱可能となっていること

を特徴とする半導体装置。

【請求項3】 前記半導体素子(1、2)に対して前記

冷却部材(7)及び前記伝熱部材(5)を押しつけるよ

うに加圧する加圧機構を備えていることを特徴とする請

求項1または2に記載の半導体装置。

【請求項4】 前記加圧機構は皿バネ(9)を有し、こ

の皿バネを加圧力として用いるものであることを特徴と

する請求項1ないし3のいずれか1つに記載の半導体装

置。

【請求項5】 前記半導体素子(1、2)と前記冷却部

材(7)及び前記伝熱部材(5)とは、熱伝導性を高め

るための中間材(12)を介して熱的に接触しているこ

とを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1つに記載

の半導体装置。

【請求項6】 前記半導体素子(1、2)の一面、他面

において、それぞれ、前記冷却部材(7)、前記伝熱部

材(5)との間に、前記半導体素子の電極として機能す

る電極板(3、4)が介在しており、

この電極板のすくなくとも一方は、絶縁板上に導電材を

一体に形成したものであることを特徴とする請求項1な

いし5のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項7】 前記半導体素子(1、2)の一面、他面

において、それぞれ、前記冷却部材(7)、前記伝熱部

材(5)との間に、前記半導体素子の電極として機能す

る電極板(3、4)が介在しており、

この電極板のすくなくとも一方は、熱緩衝機能を有する

ものであることを特徴とする請求項1ないし5のいずれ

か1つに記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発熱を伴う半導体素子を冷却する冷却機構を備えた半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】パワーMOSFETやIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)等の半導体素子は、大電流を制御する素子であるため、自己発熱が大きい。

【0003】従来より、半導体素子の冷却機構を備えた半導体装置としては、例えば特許第2598236号公報に記載のものが提案されている。このものは、半導体素子に冷却機構としての冷却フィンを設けてなる半導体装置において、半導体素子と冷却フィンとを、熱伝導性の良好なコンパウンドを塗布して圧着することにより、冷却効率を向上させるものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、半導体装置は大容量化が進み、発熱量が増大しているため、さらなる冷却性能の向上が要求されている。また、発熱量の増大に伴い、各部材の熱膨張による変形が発生し、半導体素子と冷却部材との熱的な接触状態が損なわれるため、冷却性能が悪くなるという問題が発生する。

【0005】本発明は上記問題に鑑み、半導体素子を冷却する冷却機構を備えた半導体装置において、熱膨張による変形が発生しても、半導体素子と冷却部材との良好な熱的接触を確保できるようにすることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1の発明では、半導体素子(1、2)と、この半導体素子の一面側に設置された冷却部材(7)と、半導体素子の他面側に設置された可とう性及び熱伝導性を有する材料よりなる伝熱部材(5)とを備え、伝熱部材の一部が、半導体素子の外部にて前記冷却部材に接しており、伝熱部材及び冷却部材により、半導体素子の一面及び他面から放熱可能となっていることを特徴としている。

【0007】それによれば、半導体素子の熱は、一面側からは冷却部材に放熱され、他面側からは伝熱部材を介して冷却部材へ放熱され、両面での放熱が可能となる。また、各部材が熱膨張して変形しても、その変形に応じて伝熱部材がたわむため、半導体素子と伝熱部材との熱的接触状態の変化を抑制することができる。よって、本発明によれば、熱膨張による変形が発生しても、半導体素子と冷却部材との良好な熱的接触を確保できる。

【0008】また、請求項2の発明では、半導体素子(1、2)と、この半導体素子の一面側に設置された冷却部材(7)と、半導体素子の他面側に設置され、その一部が他の部位よりもたわみやすい可とう部(5a)を有する熱伝導性の伝熱部材(5)とを備え、伝熱部材の一部が、半導体素子の外部にて冷却部材に接しており、

伝熱部材及び冷却部材により、半導体素子の一面及び他面から放熱可能となっていることを特徴としている。

【0009】それによれば、半導体素子の放熱経路は、請求項1の半導体装置と同様であり、また、伝熱部材が可とう部を有するため、請求項1の発明と同様に、各部材が熱膨張して変形しても、半導体素子と伝熱部材との熱的接触状態の変化を抑制することができる。従って、本発明によれば、熱膨張による変形が発生しても、半導体素子と冷却部材との良好な熱的接触を確保できる。

【0010】また、請求項3の発明のように、半導体素子(1、2)に対して冷却部材(7)及び伝熱部材(5)を押しつけるように加圧する加圧機構を備えているものとすれば、半導体素子と冷却部材及び伝熱部材との熱的接触を、より確実に確保することができる。

【0011】ここで、請求項4の発明では、上記加圧機構が皿バネ(9)を有し、この皿バネを加圧力として用いるものであることを特徴としており、変位量に関わらずバネ力が一定であるという皿バネの特性を利用して、加圧力を一定に維持可能な加圧機構を実現することができる。

【0012】また、請求項5の発明のように、半導体素子(1、2)と冷却部材(7)及び伝熱部材(5)とを、熱伝導性を高めるための中間材(12)を介して熱的に接触させれば、より高いレベルにて放熱経路を確保でき、好ましい。

【0013】また、請求項6の発明では、半導体素子(1、2)の一面、他面において、それぞれ、冷却部材(7)、伝熱部材(5)との間に、半導体素子の電極として機能する電極板(3、4)を介在させた場合、この電極板のすくなくとも一方を、絶縁板上に導電材を一体に形成したものとしたことを特徴としている。

【0014】それにより、この電極板は、電極兼絶縁板として用いられ、冷却部材または伝熱部材との電氣的絶縁を確保しつつ、半導体素子の電極として機能させることができる。また、この電極兼絶縁板を用いれば、該電極板と冷却部材または伝熱部材との間に、更に絶縁板を設ける必要が無くなるため、装置における部材の接触界面数が低減され、放熱性が良くなる。

【0015】また、請求項7の発明では、半導体素子(1、2)の一面、他面において、それぞれ、冷却部材(7)、伝熱部材(5)との間に、半導体素子の電極として機能する電極板(3、4)を介在させた場合、この電極板のすくなくとも一方を、熱緩衝機能を有するものとしたことを特徴としている。

【0016】それにより、この電極板は、電極兼熱緩衝板として用いられ、熱緩衝機能を有するため、半導体素子と該電極板との間の熱膨張の違いによりこすれ、半導体素子が破壊するのを防止することができる。また、この電極兼熱緩衝板を用いれば、該電極板と半導体素子との間に、更に熱緩衝板を設ける必要が無くなるため、装

置における部材の接触界面数が低減され、放熱性が良くなる。

【0017】なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【0018】

【発明の実施の形態】(第1実施形態)図1は、本発明の第1実施形態に係る半導体装置100の概略断面図であり、図2は、この半導体装置100の各構成部材を分解した状態にて示す斜視図である。本半導体装置100は、例えば、電気自動車におけるバッテリーとモータの間で直流-交流変換を行なうインバータ等に適用することができる。

【0019】1はIGBT素子であり、2はダイオードである。本実施形態では、これらIGBT素子1及びダイオード2が、ペアで回路を構成し、本発明でいう半導体素子に相当する。なお、図1はIGBT素子1の厚み方向に沿った断面を示しており、本例においては、図2に示す様に、IGBT素子1が2個、ダイオード2が4個備えられている。

【0020】3は、半導体素子1、2の一面(図中の下方側の面)側に設けられた電極板(第1の電極板、エミッタ電極兼熱緩衝板)であり、この第1の電極板3は、本例ではIGBT素子1のエミッタ電極として機能する。4は、半導体素子1、2の他面(図中の上方側の面)側に設けられた電極板(第2の電極板、コレクタ電極兼絶縁板)であり、この第2の電極板4は、本例ではIGBT素子1のコレクタ電極として機能する。

【0021】また、第1の電極板3は、例えば半導体素子1、2を構成するSiと熱膨張係数の近いMo(モリブデン)やW(タングステン)等よりなり、熱緩衝板としても機能する(電極兼熱緩衝板)。つまり、第1の電極板3は、熱緩衝機能を有するため、半導体素子1、2と該電極板3との間の線膨張係数の違いによる両者のこすれが抑制され、半導体素子1、2の破壊を防止することができる。

【0022】また、第2の電極板4は、例えば窒化アルミニウム(AlN)等の電気絶縁材料よりなる絶縁板の一面(半導体素子1、2と対向する面)に、銅やアルミ等の導電材を、ロウ付け等にて一体に形成したものよりなり、電極兼絶縁板として機能する。即ち、半導体素子1、2と後述する伝熱部材5との電氣的絶縁を確保しつつ、半導体素子1、2の電極として機能する。

【0023】このように、第1の電極板3と第2の電極板4により挟まれた半導体素子1、2において、さらに、半導体素子1、2の一面側に位置する第1の電極板3の外面には、絶縁板(例えば窒化アルミニウム等の板)6を介して、冷却部材7が設置されている。この冷却部材7は、本例では矩形ブロック状をなし、アルミニウム等の熱伝導性に優れた材料よりなる。冷却部材7の

内部には、図1に示す様に、冷却水101が流通する通路が設けられ、この通路内面には、冷却水101により冷却される冷却フィン102が形成されている。

【0024】また、第1の電極板3と第2の電極板4により挟まれた半導体素子1、2において、さらに、半導体素子1、2の他面側に位置する第2の電極板4の外面には、上記伝熱部材5が設置されている。この伝熱部材5は、例えば、銅やグラファイト等の可とう性及び熱伝導性を有する材料よりなる板状のもので、熱膨張による半導体素子1、2や電極板3、4の厚み方向（各部材1 10の積層方向、図中、矢印Yにて図示）への反り等の変形に応じて、たわんで変形することが可能となっている。

【0025】本例では、伝熱部材5は、厚さ0.1mmの銅板を6枚積層したもので、第2の電極板4との接触部の両側に略V字溝状をなす可とう部5aを有する。そして、伝熱部材5の構成材料自身が可とう性を有することに加えて、この可とう部5aが伝熱部材5における他の部位よりも変形しやすい部分となっている。そして、例えば、上記積層方向Yへの反りによる膨らみや凹みに 20 応じて、伝熱部材5は、可とう部5aを中心に変形するようになっている。

【0026】また、冷却部材7には、半導体素子1、2側に突出する突起部7aが形成されており、この突起部7aと伝熱部材5の周辺部とが、半導体素子1、2の外周にて接触するようになっている。伝熱部材5の外側（図中の上方）には、加圧プレート8を介して例えば鉄製の皿バネ（加圧スプリング、バネ部材）9が設けられ、更に、皿バネ9の外側には、例えば鉄製のケース1 30 0が設けられている。

【0027】そして、上記各部材1～10は、図2に示す様に、伝熱部材5及びケース10に形成されたネジ穴5a、10aと冷却部材7に形成された雌ネジ7bとが一致するように積み重ねられ、図示しない雄ネジにより、ネジ結合することにより、図1に示す様に、圧接され組み付けられた状態となる。

【0028】ここで、図2に示す各寸法S1、S2、S3は、例えば、次のようにできる。矩形ブロック状の冷却部材7における長辺長さS1は100mm、短辺長さS2は47mm、図1のように組み付けられた状態における半導体装置の高さ（冷却部材7の下端面からケース10の上端面までの長さ）S3は、27mmとすることができる。

【0029】なお、図2に示す様に、本例では、一对の第1の電極板3はコネクタ（信号線取り出し電極兼コネクタ）11により、電気的に接続されている。このコネクタ11は、IGBT素子1のゲート電極等の機能を有するものである。また、コネクタ11のピン11aは、皿バネ9の中空穴及びケース10に形成された穴10bを通して、外部と接続可能となっている。また、第1及 50

び第2の電極板3、4も、その端部に端子部が形成され、外部と接続可能となっている。

【0030】係る半導体装置においては、上記ネジ結合の軸力及び皿バネ9の弾性力により、半導体素子1、2に対して、上記積層方向Yへ各部材3～10が押しつけられるように加圧され、圧接構造を形成している。従って、これらネジ結合のためのネジ穴5a、10aや雌ネジ7b、上記雄ネジ、皿バネ9により、加圧機構が構成されている。

【0031】そして、半導体素子1、2と外部との信号のやりとりは、上記両電極板3、4及びコネクタ11により行われ、また、必要に応じてIGBT素子1に内蔵される温度センサ、電流センサ等の信号は、コネクタ11により行われる。

【0032】また、本半導体装置100における半導体素子1、2の放熱経路については、半導体素子1、2の一面側からは、第1の電極板3、絶縁板6を介して冷却部材7に放熱され、半導体素子1、2の他面側からは、第2の電極板4、伝熱部材5を介して、冷却部材7の突起部7aから、冷却部材7に放熱される。冷却部材7に伝わった熱の多くは、冷却部材7内を流れる冷却水101によって冷却され、一部は突起部7aよりケース10に伝わり、ケース10より大気へ放熱される。

【0033】こうして、半導体素子1、2は、その両面から放熱が可能となっているため、冷却性能が高く、素子1、2の発熱量が多くても、素子1、2の温度を適正な動作に維持可能な温度以下に保つことができる。

【0034】ところで、本実施形態によれば、半導体素子1、2の熱が、その両面から放熱可能となっており、各部材が熱膨張して変形しても、その変形に応じて伝熱部材5がたわむため、第2の電極板4を介した半導体素子1、2と伝熱部材5との熱的接触状態の変化を抑制することができる。つまり、第2の電極板4と伝熱部材5との接触面積を略一定とできる。そのため、伝熱部材5を介した半導体素子1、2と冷却部材7との熱的接触において、熱膨張による変形が発生しても、良好な接触状態を確保できる。

【0035】なお、上記例では、伝熱部材5は、その構成材料そのものに可とう性を有するものとしたが、構成材料自身には可とう性がない場合（例えばアルミニウム）でも、図示例のように、可とう部5aが形成されていれば良い。また、可とう部5aはV溝形状でなくとも、他の部位よりも厚さが薄くなるようにくびれた形状（くびれ部）であっても良い。また、伝熱部材5の構成材料自身を可とう性のものとした場合、たわみ変形しやすい可とう部が無くても良いが、本例のように、可とう部5aがあった方が好ましい。

【0036】また、本実施形態によれば、半導体素子1、2に対して冷却部材7及び伝熱部材5を押しつけるように加圧する加圧機構を備えているため、半導体素子

1、2と冷却部材7、伝熱部材5及び電極板3、4等との熱的接触を、より確実に確保することができる。

【0037】さらに、加圧機構が皿バネ9を有し、この皿バネ9を加圧力として用いるものとしている。変位量に関わらずバネ力が一定であるという皿バネの特性（非直線性）を利用して、熱膨張があっても加圧力を一定に維持可能な加圧機構を実現することができる。

【0038】また、本実施形態において、半導体素子1、2と冷却部材7及び伝熱部材5とを、熱伝導性を高めるための中間材12を介して熱的に接触させれば、より高いレベルにて放熱経路を確保でき、好ましい。本例では、中間材12として、冷却部材7と絶縁板6との界面、及び、絶縁板6と第1の電極板3との界面に、グラフィットシートを挿入し、第1の電極板3とIGBT素子1との界面、及び、IGBT素子1と第2の電極板4との界面に、銀粉を挿入し、冷却性能を上げている。なお、中間材12は図2にて示してあり、図1では省略してある。

【0039】また、本例では、第1の電極板3を電極兼熱緩衝板とし、第2の電極板4を電極兼絶縁板として構成しているため、半導体素子1、2と電極板3、4との間に別体の熱緩衝板を設けたり、半導体素子1、2を挟む電極板3、4の外側に、別体の絶縁板を設ける必要がなくなる。そのため、装置における部材の接触界面数が低減され、放熱性が良くなる。

【0040】（第2実施形態）本発明の第2実施形態に係る半導体装置200の概略断面を図3に示す。本半導体装置200は、上記半導体装置100と比べて、半導体素子1、2を挟む電極板に、熱緩衝機能や電気絶縁機能を有しないものを用いたものである。上記第1実施形態との相違点について主として説明し、上記図1と同一部分には図3中、同一符号を付してある。

【0041】本半導体装置200においては、半導体素子1、2の両面にMoやW等よりなる熱緩衝板13、14を設け、これら熱緩衝板13、14の外側に電極板15、16を設けている。また、半導体素子1、2の他面（図中、上方の面）側の電極板16の外側には、絶縁板17を介して伝熱部材5が設けられている。

【0042】係る本半導体装置200においても、上記半導体装置100と同様に、半導体素子1、2の両面から放熱可能であり、その信号経路も同様である。また、加圧機構による効果も同様である。そして、本実施形態においても、伝熱部材5による効果は、同様に発揮され、熱膨張による変形が発生しても、半導体素子1、2

と冷却部材7との良好な熱的接触を確保できる。

【0043】（他の実施形態）なお、上記半導体装置100の例とは逆に、第1の電極板3が電極兼絶縁板であり、第2の電極板4が電極兼熱緩衝板であっても良い。この場合、第1の電極板3と冷却部材7の間には絶縁板6は、不要であり、代わりに、絶縁板6は、第2の電極板4と伝熱部材5との間に介在させるようにすればよい。

【0044】また、IGBT素子1のエミッタ面とコレクタ面とは、上記半導体装置100の例とは逆であっても良い。この場合、冷却部材7側から、第2の電極板（コレクタ電極兼絶縁板）4、半導体素子1、2、第1の電極板（コレクタ電極兼熱緩衝板）3、絶縁板6、伝熱部材5、加圧プレート8、皿バネ9、ケース10という順番にて構成される。

【0045】また、必要に応じて、皿バネ9はコイルバネ等、他のバネ部材にて代用しても良く、さらに、圧接状態が適度に確保可能であれば、皿バネ9等のバネ部材は無くても良い。また、図3に示す半導体装置200においては、必要に応じて熱緩衝板13、14は無いものとしても良い。

【0046】また、半導体素子1、2外部における冷却部材7と伝熱部材5との接触は、冷却部材7に形成された突起部7aを介して行っているが、伝熱部材5の可とう性が確保されるならば、突起部7aを形成せずに、伝熱部材5を冷却部材7側へ延ばすように変形させる等により、両部材5、7の接触を行っても良い。

【0047】要するに、本発明は、半導体素子の一面側に冷却部材、他面側に可とう性及び熱伝導性を有する伝熱部材とを設置した半導体装置であって、伝熱部材の一部を、半導体素子の外部にて冷却部材に接触させ、伝熱部材及び冷却部材により、半導体素子の両面から放熱可能としたことを主たる特徴とするものであり、他の部分は適宜設計変更して良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る半導体装置の概略断面図である。

【図2】図1に示す半導体装置の分解斜視図である。

【図3】本発明の第2実施形態に係る半導体装置の概略断面図である。

【符号の説明】

1…IGBT素子、2…ダイオード、3…第1の電極板、4…第2の電極板、5…伝熱部材、5a…可とう部、7…冷却部材、9…皿バネ、12…中間材。

